



PCT/CH 2004/000364

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
CONFÉDÉRATION SUISSE  
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

REC'D 21 JUN 2004

WIPO PCT

### Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

### Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

### Attestazione

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 7. MAI 2004

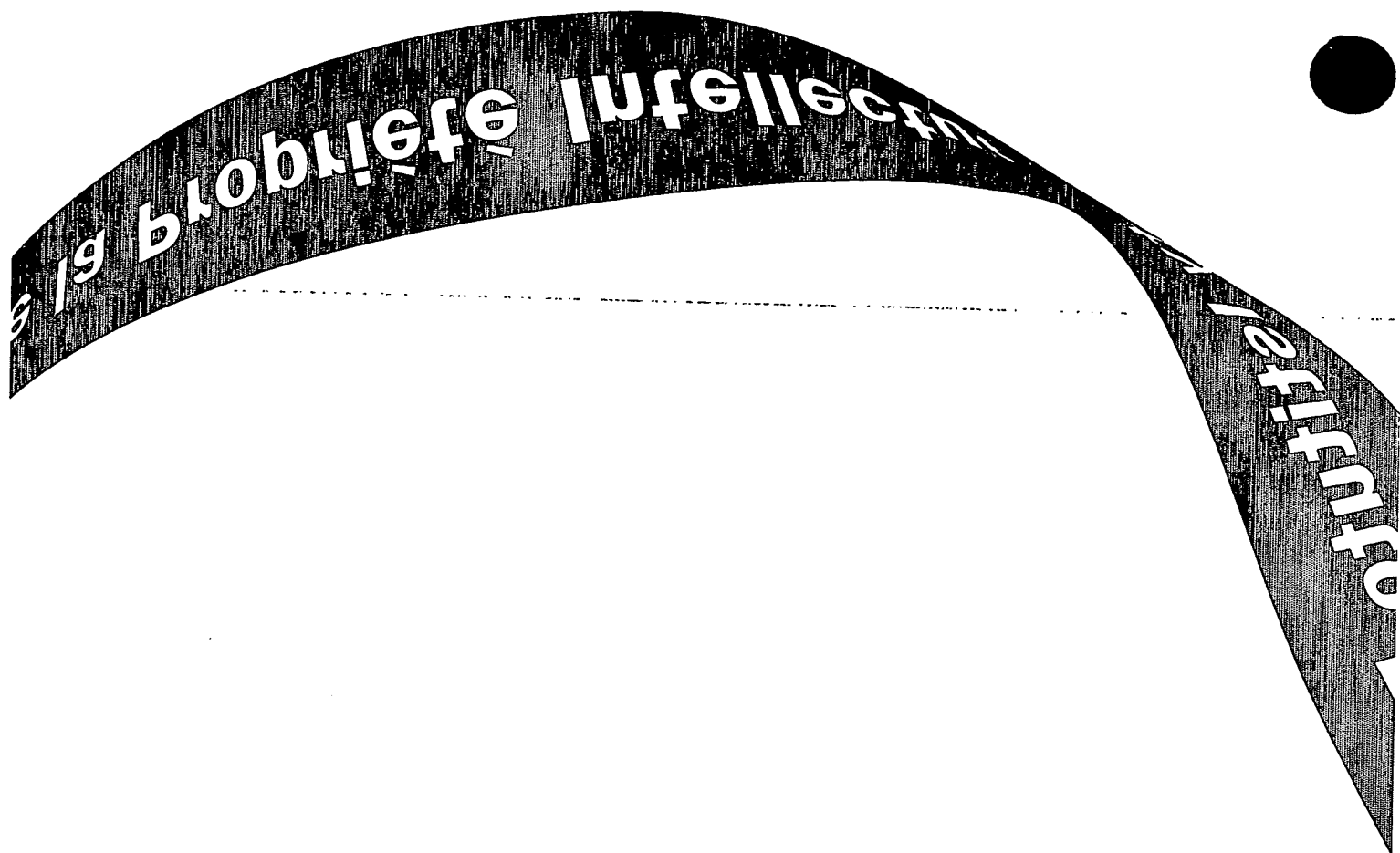
**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum  
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle  
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren  
Administration des brevets  
Amministrazione dei brevetti

*H. Jenni*  
Heinz Jenni

BEST AVAILABLE COPY



**Hinterlegungsbescheinigung zum Patentgesuch Nr. 01135/03 (Art. 46 Abs. 5 PatV)**

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

**Titel:**

Verfahren zur Oberflächenstrukturierung einer synthetischen Faser, Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sowie rundum flächig profilierte Faser.

**Patentbewerber:**  
EMPA St. Gallen  
Lerchenfeldstrasse 5  
9014 St. Gallen

**Vertreter:**  
Schmauder & Partner AG Patentanwaltsbüro  
Zwängiweg 7  
8038 Zürich

**Anmeldedatum:** 27.06.2003

**Voraussichtliche Klassen:** B29C, D02J

Verfahren zur Oberflächenstrukturierung einer synthetischen Faser, Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sowie rundum flächig profilierte Faser.

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Oberflächenstrukturierung einer synthetischen Faser gemäss dem Oberbegriff des Anspruches 1, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sowie eine rundum flächig profilierte Faser.

Stand der Technik

- 10 Zahlreiche Verbesserungen in der Technologie der synthetischen Fasern beruhen auf einer Vergrösserung der Faseroberfläche. In diesem Zusammenhang sind verschiedene Verfahren bekannt, durch die man die Oberfläche von synthetischen Fasern, Filamenten und/oder Garnen beeinflussen bzw. verändern kann.
- 15 Bei einem vielfach angewandten Verfahren zur Herstellung synthetischer Fasern werden die Fasern durch Spinn Düsen mit geeignet geformtem Öffnungsprofil hergestellt. Beispielsweise können Spinn Düsen mit sternartigem Öffnungsprofil verwendet werden, um eine Faser mit einem entsprechenden Querschnittsprofil zu bilden. Bei einem weiteren bekannten Verfahren wird die Faser in Längsrichtung aufgespaltet,
- 20 um dadurch so genannte Mikrofasern herzustellen. Nachteilig bei diesen Verfahren ist jedoch, dass die Profilierung nur in der Spinn- bzw. Spalt richtung, d.h. im Wesentlichen in Längsrichtung der Faser stattfindet, was nachfolgend als "Längsprofilierung" der Faseroberfläche bezeichnet wird. Nicht machbar ist demgegenüber eine nachfolgend als "flächige Profilierung" bezeichnete Bearbeitung der Faseroberfläche, bei der
- 25 die Profilierung sowohl in Längs- als auch in Querrichtung der Faseroberfläche verläuft. Ein weiterer Nachteil der bekannten Verfahren besteht darin, dass die Feinheit der Profilierung durch die Herstellung der Spinn Düsen sowie die Viskosität der Spinnmasse gegeben ist. Demnach ist die Profilierung eher grob und weist Strukturen mit einer Grösse von weit mehr als 1  $\mu\text{m}$  auf. Schliesslich bewirken diese Verfahren
- 30 zwar eine Vergrösserung der Faseroberfläche, doch lässt sich die Struktur der Oberfläche nicht verändern.

1135403

Ein Verfahren, um eine Faser mit einem an sich beliebigen, längsförmig oder flächig ausgebildeten Oberflächenprofil auszustatten, ist im US-Patent 6,117,383 beschrieben. Insbesondere zielt das Verfahren auf die Herstellung verbesserter Saiten für Tennis-, Badminton- und Squash-Schläger ab. Bei diesem Verfahren wird eine im Wesentlichen zylinderförmige, ungeheizte Kunststoffsaiten durch Einwirkung von paarweise zusammenwirkenden Prägewalzen plastisch verformt und dadurch mit einer vorgegebenen Oberflächenstruktur ausgestattet. Saitenmaterial und Prägdruck sind bei diesem Verfahren so zu wählen, dass eine im Wesentlichen irreversible plastische Verformung bewirkt wird, wodurch auf eine Nachbehandlung der geprägten Saite verzichtet werden kann. Die Profiltiefe wird dabei durch den Abstand der sich gegenüberliegenden Prägewalzen definiert, welche in der Art eines Zahn- oder Schneidrades geformt sind. Der Walzenabstand muss bezogen auf den Aussendurchmesser der zu bearbeitenden Saite um einen der gewünschten Profiltiefe entsprechenden Betrag kleiner sein. Auf diese Weise lassen sich Saiten eines Aussendurchmessers von 1,0 bis 1,8 mm mit einer Oberflächenstruktur ausstatten, die beispielsweise aus einer Vielzahl von Einkerbungen einer Tiefe von ungefähr 2 bis 20% des Aussendurchmessers besteht.

Ein Nachteil des bekannten Verfahrens und der zugehörigen Vorrichtung besteht darin, dass das Verfahren für die Bearbeitung von Fasern mit einem wesentlich geringeren Aussendurchmesser von beispielsweise 0,1 mm oder weniger nicht geeignet ist. Denn einerseits müsste - bei einer relativen Profiltiefe von 10% des Aussendurchmessers - der Abstand der Prägewalzen mit einer Genauigkeit von deutlich besser als 0,01 mm eingestellt werden, was mit der beschriebenen Vorrichtung jedoch nicht machbar wäre. Andererseits müssten Prägewalzen mit einem äusserst feinen Prägeprofil von deutlich weniger als 0,01 mm verwendet werden, um auf einer derart feinen Faser eine praktisch brauchbare Oberflächenstrukturierung herzustellen. Die in der Art eines Zahn- oder Schneidrades geformten Prägewalzen lassen sich jedoch nicht mit einer derart fein strukturierten Oberfläche herstellen. Ein weiterer Nachteil des bekannten Verfahrens besteht darin, dass die Faser beim Durchgang zwischen einem Paar von Prägewalzen nicht auf ihrem ganzen Umfang, sondern lediglich in zwei längsstreifenförmigen Zonen mit der gewünschten Oberflä-

chenstruktur versehen wird. Dem US-Patent 6,117,383 ist keinerlei Hinweis zu entnehmen, um die dort beschriebene Lehre für die Prägung von dünnen Fasern wie beispielsweise synthetische Textilfasern zu verwenden.

#### 5 Darstellung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zur Oberflächenstrukturierung einer synthetischen Faser anzugeben und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens bereitzustellen, um insbesondere die obigen Nachteile zu vermeiden. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine rundum flächig profilierte Faser bereitzustellen.

10 Gelöst werden diese Aufgaben durch das im Anspruch 1 definierte Verfahren, die im Anspruch 7 definierte Vorrichtung sowie die im Anspruch 11 definierte Faser.

15 Beim erfindungsgemässen Verfahren zur Oberflächenstrukturierung einer synthetischen Faser wird eine im Wesentlichen zylinderförmige Faser durch plastisches Verformen mit einer vorgegebenen Oberflächenstruktur ausgestattet. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Bereitstellen der Faser in einem plastisch verformbaren Zustand; plastisches Verformen der Faser durch Prägen mittels mindestens einer mikrolithographisch strukturierten Prägewalze, die mit mindestens einer Anpresswalze zusammenwirkt, wobei jede Prägewalze und eine jede Anpresswalze eine dazwischen liegende Prägezone für die Faser definieren; und Überführen der Faser in einen erstarrten Zustand unter Beibehaltung der ausgebildeten Oberflächenstruktur.

25 Das Bereitstellen der Faser in einem plastisch verformbaren Zustand kann dabei auf verschiedenen Arten erfolgen. Insbesondere kann die Faser in einem Nass-, Schmelz- oder Trockenspinnverfahren hergestellt und die durch den Spinnvorgang noch weiche Faser direkt dem Verformungsschritt zugeführt werden. Alternativ kann in einem Schmelz-Spinnverfahren von einer bereits erstarrten Faser ausgegangen und diese unmittelbar vor dem Verformungsschritt thermisch aufgeweicht werden. Weitere Möglichkeiten beruhen auf Fasern aus thermisch oder UV-vernetzba-  
30 ren Materialien, die von einem anfänglich vorliegenden plastisch verformbaren Zustand durch eine

113500

Wärmebehandlung beziehungsweise durch Bestrahlung mit UV-Licht aufgrund der dabei erfolgenden Vernetzung in einen erstarrten Zustand umgewandelt wird.

Dadurch, dass das Prägen der Faser in einem plastisch verformbaren Zustand erfolgt und anschliessend die Faser in einen erstarrten, d.h. nicht verformbaren Zustand gebracht wird, kann mit nur geringen Prägedrucken gearbeitet werden. Insbesondere erlaubt dies die Verwendung einer mikrolithographisch strukturierten Prägewalze, mittels welcher die Faser mit einer sehr feinen Oberflächenstruktur ausstatten lässt.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung weist Vortriebsmittel für mindestens eine Faser sowie folgende, in Vortriebsrichtung nacheinander angeordnete Bestandteile auf: Vorrichtung zur Bereitstellung der Faser in einem plastisch verformbaren Zustand; Prägestation; und Nachbehandlungsvorrichtung zur Überführung der Faser in einen erstarrten Zustand. Dabei weist die Prägestation eine mit einer mikrolithographisch gebildeten Prägestruktur versehene Prägewalze sowie mindestens eine damit zusammenwirkende Anpresswalze auf, wobei jede Prägewalze und eine jede Anpresswalze eine dazwischen liegende Prägezone für die Faser definieren. Als Vortriebsmittel können an sich bekannte Vorrichtungen mit angetriebenen Rollen und dergleichen eingesetzt werden, wobei unter anderem auch die Prägewalze und oder die Anpresswalze(n) angetrieben sein können. Die Prägewalze und eine jede zugeordnete Anpresswalze sind mit einander gegenüberliegenden Mantelflächen angeordnet, wobei sich die Prägezone im Bereich des kürzesten Abstandes zwischen jedem Paar zusammenwirkender Walzen befindet. Dieser Abstand ist geringfügig kleiner als der Aussendurchmesser der durchgeführten Faser.

Mit dem erfindungsgemässen Verfahren bzw. der erfindungsgemässen Vorrichtung lässt sich insbesondere eine Faser herstellen, welche eine rundum verlaufende, flächig profilierte Oberflächenstruktur aufweist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

- 5 Gemäss der im Anspruch 2 definierten Ausführungsform verwendet man vorteilhaft-  
erweise eine Prägewalze mit einer Strukturfeinheit von höchstens 10  $\mu\text{m}$ . Davon  
ausgehend, dass die Prägestruktur aus einer Vielzahl von Strukturelementen in Form  
von Erhebungen und Vertiefungen der Walzenoberfläche gebildet ist, wird unter  
"Strukturfeinheit" die Breite bzw. Tiefe der kleinsten Strukturelemente definiert. Es  
sind verschiedene mikrolithographische Verfahren bekannt, um eine Oberfläche mit  
einer Prägestruktur einer Feinheit von 10  $\mu\text{m}$  oder auch wesentlich weniger auszu-  
statten.
- 10 Bei der Ausführungsform nach Anspruch 3 wird die Faser durch eine Mehrzahl von  
Prägezonen geführt, wobei in jeder Prägezone ein bislang ungeprägter Teil der Fa-  
seroberfläche geprägt wird. Dies lässt sich beispielsweise durch eine Anordnung mit  
mehreren Anpresswalzen realisieren, wobei eine jede Anpresswalze zusammen mit  
der Prägewalze eine einzelne Prägezone definiert. Bei dieser Variante ist die Zahl  
15 der Prägezonen durch die Zahl der zusammenwirkenden Walzenpaare gegeben.  
Alternativ kann jedoch ein einzelnes Paar zusammenwirkender Walzen mehrere  
Prägezonen definieren, indem beispielsweise gemäss Anspruch 4 die Faser schrau-  
benförmig mit einer Mehrzahl von Windungen um die Prägewalze geführt wird. Dem-  
nach befinden sich im Zwischenraum des einzelnen Paares zusammenwirkender  
20 Walzen mehrere nebeneinander angeordnete Prägezonen, welche von der Faser  
aufgrund der schraubenförmigen Führung nacheinander durchlaufen werden. Die  
Ausführungsform nach Anspruch 4 ist allerdings auch bei einer Anordnung mit meh-  
reren Anpresswalzen durchführbar.
- 25 Anspruch 5 definiert eine besonders bevorzugte Ausführungsform, bei der die Prä-  
gewalze und eine jede mit dieser zusammenwirkenden Anpresswalze mit gegenein-  
ander verschränkten Drehachsen betrieben werden. Dies hat eine Torsion der durch-  
laufenden Faser zur Folge, so dass beim Durchlaufen einer ersten Prägezone die  
Faser um einen gewissen Drehwinkel um ihre Längsachse verdrillt wird. Damit lässt  
30 sich insbesondere erreichen, dass beim Eintritt in die nachgeordnete Prägezone ein  
bislang ungeprägter Teil der Faseroberfläche in Kontakt mit der Prägewalze kommt.



113500

Vorteilhafterweise wird gemäss Anspruch 6 die Torsion so eingestellt, dass die Faser nach Durchlaufen sämtlicher Prägezonen auf dem gesamten Umfang geprägt ist.

Die Ansprüche 8 bis 10 definieren besonders bevorzugte Ausgestaltungen der Vorrichtung zur Durchführung der erwähnten Verfahren. Gemäss Anspruch 8 beinhaltet die Prägestation eine einzelne Prägewalze sowie eine Mehrzahl von Anpresswalzen, welche so angeordnet sind, dass die einzelnen Prägezonen im Wesentlichen regelmässig über den Umfang der Prägewalze verteilt sind. Alternativ beinhaltet die Prägestation nach Anspruch 9 eine einzelne Anpresswalze sowie eine Mehrzahl von Prägewalzen, welche so angeordnet sind, dass die einzelnen Prägezonen im Wesentlichen regelmässig über den Umfang der Anpresswalze verteilt sind. Gemäss Anspruch 10 ist ein jedes Paar bestehend aus Anpresswalze und damit zusammenwirkender Prägewalze gegeneinander verschränkt angeordnet, wobei sich die zugehörige Prägezone in der Nähe der Abstandsstrecke zwischen Prägewalze und Anpresswalze befindet.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher beschrieben, dabei zeigen:

- 20
- Fig. 1 eine Vorrichtung zur Oberflächenstrukturierung einer synthetischen Faser, in perspektivischer Darstellung;
- 25
- Fig. 2 einen Ausschnitt der Vorrichtung der Fig. 1, in einer Endansicht;
- Fig. 3 einen vergrösserten Ausschnitt der Vorrichtung der Fig. 1, in einer Endansicht;
- 30
- Fig. 4 einen Ausschnitt einer weiteren Vorrichtung zur Oberflächenstrukturierung, in einer Seitenansicht;
- Fig. 5 den Ausschnitt der Fig. 4, in Draufsicht;

Fig. 6 einen Ausschnitt noch einer weiteren Vorrichtung zur Oberflächenstrukturierung; und

Fig. 7 bis 9 elektronenmikroskopische Aufnahmen einer profilierten Polypropylenfaser mit unterschiedlicher Vergrößerung.

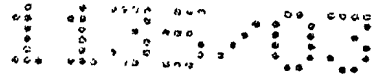
#### Wege zur Ausführung der Erfindung

Aus Gründen der Anschaulichkeit sind in den nachfolgend erläuterten Figuren die Grössenverhältnisse teilweise stark abweichend von der Realität dargestellt. Insbesondere sind die bearbeiteten Fasern im Verhältnis zu den verschiedenen Bauteilen stark vergrössert gezeigt.

Die in den Fig. 1 bis 3 dargestellte Vorrichtung zur Oberflächenstrukturierung einer synthetischen Faser 2 weist eine mit einer Führungsnut 3 versehene Umlenkrolle 4 sowie eine Prägestation 6 mit einer zentral angeordneten Prägewalze 8 sowie drei damit zusammenwirkenden Anpresswalzen 10, 10a und 10b auf. Wie den Fig. 1 und 2 zu entnehmen ist, sind die Anpresswalzen im Wesentlichen sternförmig um die Prägewalze angeordnet, wobei die Längsachsen 12, 12a, 12b der Anpresswalzen 10, 10a, 10b im Wesentlichen parallel zur Längsachse 14 der Prägewalze 8 ausgerichtet sind. Die Faser 2 wird mittels nicht näher dargestellter Vortriebsmittel, beispielsweise mittels einer Vorrichtung zum Antrieb von einer oder mehrerer Walzen, durch die Prägestation 6 in Vortriebsrichtung V vorgetrieben.

Nebst den dargestellten Bestandteilen umfasst die Vorrichtung der Fig. 1 bis 3 insbesondere noch eine der Prägestation vorgelagerte Vorrichtung, um die Faser in einem plastisch verformbaren Zustand bereitzustellen, sowie eine der Prägestation nachgeordnete Nachbehandlungsvorrichtung, mittels welcher die Faser in einen erstarrten Zustand gebracht wird.

Als Bereitstellungsvorrichtung kann beispielsweise eine Aufwärmvorrichtung für eine kalt zugeführte Faser eingesetzt werden. Insbesondere kann die Aufwärmvorrichtung direkt in der Prägewalze 8 integriert sein, so dass die Faser 2 beim Kontakt mit der



Prägewalze 8 in einen plastisch verformbaren Zustand gebracht wird, während die gegenüberliegenden, mit den Anpresswalzen zusammenwirkenden Teile der Faser 2 kühler sind und somit nicht verformbar sind. Dies hat den Vorteil, dass die auf der Faseroberfläche gebildete Prägestruktur durch die Anpresswalzen nicht zerstört wird.

5 Alternativ kann die Faser direkt von einer Spinn Düse abgezogen und noch in weichem Zustand in die Prägestation gebracht werden.

Als Nachbehandlungsvorrichtung wird eine an sich bekannte Kühlvorrichtung eingesetzt. Soll hingegen eine Faser aus einem thermisch oder UV-vernetzba-  
ren Material geprägt werden, ist als Nachbehandlungsvorrichtung eine Aufheizstation beziehungsweise eine UV-Bestrahlungsstation vorzusehen. Zweckmässigerweise erfolgt die Bestrahlung unmittelbar im Anschluss an den Prägeschritt, wofür beispielsweise eine transparente Prägewalze verwendet werden kann. Im Übrigen ist es auch möglich, eine Faser durch Eintauchen oder Besprühen mit einer Flüssigkeit zu belegen,

15 um dadurch eine mit einem plastisch verformbaren Vorläuferpolymer versehene Oberfläche zu bilden. Des Weiteren kann auch eine mit einer dünnen Metallschicht versehene Polymerfaser geprägt werden, wobei letztere zusammen mit der Metallschicht strukturiert wird und dabei das Metall die Form der geprägten Polymerfaser annimmt.

20 Die Prägewalze 8 weist auf ihrer Mantelfläche 16 eine mikrolithographisch gebildete Prägestruktur auf. Die Prägestruktur besteht aus einer Vielzahl von Strukturelementen in Form von Erhebungen und Vertiefungen, wobei die Höhen- und Seitenabmessung der kleinsten Strukturelemente, d.h. die so genannte Strukturfeinheit der Walzenoberfläche 10 µm oder auch wesentlich weniger, bis hin zu 100 nm oder noch kleiner beträgt. In letzterem Fall wären eigentlich anstelle von "Mikrolithographie" bzw. "mikrolithographisch" die Begriffe "Nanolithographie" bzw. "nanolithographisch" angemessener, doch eine derartige Unterscheidung wird hier aus Gründen der einheitlichen Begriffswahl nicht vorgenommen.

25

30 Als Prägewalzen werden vorteilhafterweise Metallstrukturen verwendet (Nickel, Stahl, Messing, Aluminium), da diese als Folien hergestellt werden können und eine aus-

reichende mechanische Steifigkeit und Resistenz gegen Verformung aufweisen. Ausserdem sind Metallwalzen sehr temperaturstabil und kompatibel mit den meisten vorhandenen Abformwerkzeugen. Daneben können aber auch Silizium-, Glas-, Quarz oder Keramik-, Polymerwalzen und alle Arten von Verbundstempeln zum Einsatz kommen. Beispielsweise haben sich Metalleinsätze bewährt, bei denen das Oberflächenrelief durch eine dünne temperaturstabile Polymerschicht gebildet wurde.

Für die Herstellung von Prägewalzen werden Verfahren bevorzugt, mit welchen Kopien von Stempeln herstellbar sind. Dies erlaubt es, bei Abnutzung oder Verschmutzung schnell eine andere Kopie verwenden zu können. Geeignete Kopierv Verfahren sind galvanische Abformung und Kunststoffabformung

Die gewünschten Reliefstrukturen werden mittels Lithographie (insbesondere Elektronenstrahl-, Laser- und Interferenzlithographie) hergestellt. Der Vorteil von CAD-gesteuerten Lithographien liegt darin, dass ein am Computer definiertes Muster auf eine Oberfläche übertragen und dann durch Ätz-, Galvanik oder Metallisierungsprozesse in ein mechanisch beanspruchbares Material übergeführt werden kann.

Die Auflösung der Elektronenstrahlolithographie beträgt typischerweise bis ca. 50 nm lateral (Linienbreiten), mit Details im Bereich bis zu 10 nm, mit Aspektverhältnissen (= Verhältnis von Tiefe zu Höhe) um 1 bis maximal 5. Dabei ist vorteilhaft, dass eine an sich willkürliche laterale Strukturgebung möglich ist, d.h. es können beispielsweise spitz zulaufende Dreiecke, Ringe, Sterne oder Liniengitter verschiedener Tiefe, aber auch Sägezahnstrukturen im Sinne von Gittern mit in einer Richtung variierender Tiefe hergestellt werden.

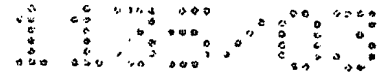
Zwischen der Prägewalze 8 und einer jeden Anpresswalze 10, 10a, 10b ist eine Prägezone 18, 18a, 18b für die Faser 2 definiert. Zu diesem Zweck ist ein jedes Paar zusammenwirkender Walzen so angeordnet, dass der Abstand zwischen den Mantelflächen geringfügig kleiner als der Aussendurchmesser der durchgeführten Faser ist. Dies ist insbesondere aus der Fig. 3 ersichtlich, in der allerdings der Faserdurchmesser D stark übertrieben dargestellt ist. Beim Durchgang durch die Prägezone 18

wird die Prägestruktur der Mantelfläche 16 in die Faser 2 gedrückt und führt zu deren plastischer Verformung. Demnach wird die Faser 2 mit einer Oberflächenstruktur 20 versehen, welche im Wesentlichen das Negative der Prägestruktur darstellt. Eine Erhebung der Prägestruktur führt also zu einer Vertiefung in der Oberflächenstruktur 20 der Faser 2, während umgekehrt eine Vertiefung der Prägestruktur zu einer Erhebung in der Oberflächenstruktur 20 der Faser 2 führt. Die so gebildete Oberflächenstruktur 20, nachfolgend auch als "Mikrostruktur" bezeichnet, wird aufgrund der anschließenden Überführung in einen erstarrten Zustand des Fasermaterials beibehalten.

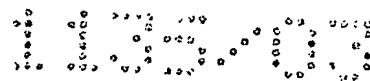
Die Vortriebsgeschwindigkeit für die Faser 2 beträgt beispielsweise ungefähr 0,1 bis 1 m/s. Es sind aber auch höhere Vortriebsgeschwindigkeiten von bis ungefähr 10 m/s oder noch mehr möglich.

Wie der Fig. 3 weiter zu entnehmen ist, lässt sich mit einem einmaligen Durchgang der Faser 2 durch eine einzelne Prägezone 18 eine streifenförmige Zone der Faseroberfläche mit der Mikrostruktur 20 versehen. Eine sich über den ganzen Umfang der Faseroberfläche erstreckende Strukturierung lässt sich durch eine Prägestation mit mehreren hintereinander geschalteten Prägezonen bewerkstelligen, wobei jede einzelne Prägezone auf einen bislang ungeprägten Teil der Faseroberfläche einwirkt. Grundsätzlich könnte hierfür eine Prägestation mit mehreren Prägewalzen verwendet werden, von denen eine jede auf einen anderen Sektor der Faseroberfläche einwirkt. Vorteilhafterweise wird jedoch die in den Fig. 4 bis 6 dargestellte Vorrichtung mit einer einzigen Prägewalze verwendet.

Wie den Fig. 4 und 5 zu entnehmen ist, weist die Vorrichtung eine Prägewalze 22 sowie eine darunter angeordnete Anpresswalze 24 auf, zwischen denen eine Prägezone 26 für die Faser 2 definiert ist. Die beiden Walzen sind um einen Winkel  $\alpha$  verschränkt gegeneinander ausgerichtet, d.h. die Längsachse 28 der Prägewalze 22 und die Längsachse 30 der Anpresswalze 24 sind windschief zueinander. Aus der Fig. 5 ist erkennbar, dass die beiden Längsachsen 28 und 30 in entgegengesetzter Richtung von der Normalen N zur Längsachse A der Faser 2 abweichen.



- Beim Durchlaufen der Prägezone 26 erfährt die Faser 2 an der Oberseite 32 einen durch die Drehung der Prägwalze 22 definierten Vortrieb, wohingegen die Unterseite 34 einen durch die Anpresswalze 24 bestimmten Vortrieb erfährt. Aufgrund der verschränkten Drehachsen weisen die beiden Vortriebsvektoren entgegengesetzte Lateralkomponenten auf, d.h. an der Faseroberseite 32 wirkt eine obere Lateralkomponente  $V_O$ , während an der Faserunterseite 34 eine untere Lateralkomponente  $V_U$  wirkt. Dies führt zu einer Torsion der Faser 2, welche in der Fig. 4 im Gegenuhrzeigersinn verläuft.
- Der in den Fig. 4 und 5 illustrierte Torsionseffekt lässt sich dahingehend umsetzen, dass die Faser beim Durchlaufen einer Prägestation mit mehreren Prägezonen stets einen bislang ungeprägten Teil der Faseroberfläche in Kontakt mit der Prägwalze bringt. Dies ist in der Fig. 6 illustriert, welche eine Prägestation 36 mit drei aufeinander folgenden Prägezonen 26, 26a und 26b aufweist. Die Prägestation 36 ist hier in einer Abwicklungsdarstellung gezeigt, d.h. es liegt eine einzige Prägwalze 22 mit drei zugeordneten, sternförmig um diese angeordneten Anpresswalzen 24, 24a und 24b vor. Somit ist die Prägestation 36 mit Ausnahme der verschränkten Walzenanordnung gleich ausgestaltet wie diejenige der Fig. 1.
- Die Faser 2 tritt zunächst in die erste Prägezone 26 ein und wird dort mit einem ersten mikrostrukturierten Streifen 38 versehen. Aufgrund der Torsionsbewegung ist dieser erste Streifen in Gegenuhrzeigerrichtung von der Faseroberkante verschoben. Beim anschliessenden Durchgang durch die zweite Prägezone 26a wird ein zweiter mikrostrukturierter Streifen 38a gebildet, und gleichzeitig wird eine weitere Torsion der Faser und damit auch des ersten Streifens 38 hervorgerufen. Somit wird der zweite Streifen 38a neben dem ersten Streifen 38 gebildet. In gleicher Weise wird in der dritten Prägezone 26b ein dritter mikrostrukturierter Streifen 38b gebildet, der aufgrund einer nochmals weiteren Torsion neben dem zweiten Streifen 38a entsteht.
- In Abhängigkeit des Verschränkungswinkels  $\alpha$  sowie der Reibung zwischen den Walzen und der Faser wird beim Durchgang durch eine Prägezone eine unterschied-



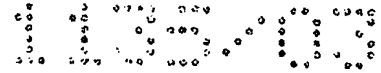
lich grosse Torsion hervorgerufen. Insbesondere kann diese so eingestellt werden, dass die einzelnen mikrostrukturierten Streifen direkt aneinander angrenzend, gewünschtenfalls auch einander teilweise überlappend gebildet werden.

- 5 Wie der Fig. 6 weiter zu entnehmen ist, lässt sich eine Mikrostrukturierung der Faser auf ihrem ganzen Umfang dadurch erreichen, dass eine genügende Anzahl von Prägezonen durchlaufen wird. Zweckmässigerweise wird dies nicht durch eine entsprechend hohe Anzahl von Anpresswalzen bewerkstelligt, sondern es wird vielmehr die Faser 2 schraubenförmig mit mehreren Windungen um die Prägewalze gelegt, wie
- 10 dies in der Fig. 1 für eine einzelne Windung angedeutet ist. Beispielsweise lässt sich mit drei Anpresswalzen und drei Windungen um die Prägewalze eine Anzahl von neun Prägedurchgängen erzielen. Eine praktische Limitierung dieses Prinzips ergibt sich unter anderem dadurch, dass bei einer Anordnung mit verschränkten Walzen die zwischen zwei Walzen definierbaren Prägezonen in der Nähe der Abstandsstre-
- 15 cke zwischen Prägewalze und Anpresswalze sein müssen, d.h. es kann lediglich ein mittlerer Bereich der jeweiligen Walzen für den Prägeprozess benutzt werden, wobei dieser Bereich umso schmaler ist, je grösser der Verschränkungswinkel  $\alpha$  ist.

Alternativ zum beschriebenen Verfahren mit gegeneinander verschränkten Walzen-

20 paaren lässt sich eine Rundum-Prägung der Faser auch dadurch erreichen, dass die Faser im Bereich zwischen zwei Prägezonen mittels einer gesonderten Torsionsvorrichtung, beispielsweise ein parallel zur Längsachse der Faser ausgerichtetes Walzenpaar, verdrillt wird.

- 25 Anstelle der oben beschriebenen Vorrichtungen mit einer einzelnen Prägewalze ist es ebenso möglich, mehrere Prägewalzen vorzusehen. Insbesondere kann analog zur Anordnung der Fig. 1 und 2 anstelle der zentralen Prägewalze 8 eine zentrale Anpresswalze und anstelle der drei Anpresswalzen 10, 10a und 10b eine Anordnung von drei mit der zentralen Anpresswalze zusammenwirkenden Prägewalzen vorge-
- 30 sehen werden.



### Ausführungsbeispiel

Eine nicht profilierte Polypropylenfaser mit einem Durchmesser von 100 µm wurde mit einer mikrolithographisch geprägten zylindrischen Prägewalze mit einem Ausendurchmesser von 5 cm sowie einer damit zusammenwirkenden Anpresswalze einem einzelnen Prägedurchgang unterzogen. Das so gebildete Erzeugnis ist in den Fig. 7 bis 9 abgebildet. Die Faser mit Längsachse A weist einen spiralartig umlaufenden mikrostrukturierten Streifen 38 auf, der eine Vielzahl von Vertiefungen 40 mit einer Feinheit von ungefähr 1.5 µm aufweist.

### Vorteile und Anwendungen

Die mit dem beschriebenen Verfahren herstellbaren Fasern ermöglichen die nachfolgend aufgeführten Vorteile und Anwendungen.

#### - Feuchtigkeitsaufnahme bzw. Feuchtigkeitsanlagerung

Dadurch können Textilien entwickelt werden, die sehr viel Feuchtigkeit an der Oberfläche anlagern aber trotzdem sehr rasch trocknen können.

#### - Feuchtigkeitsaufnahme und Verdunstungskälte

Durch die Aufnahme von Schweiß und anschliessender Verdunstung können Fasern zur aktiven Kühlung verwendet werden (Sporttextilien). Je höher die Faseroberfläche, desto höher der Kühleffekt.

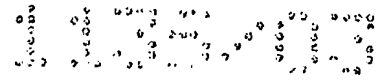
#### - Haftbarkeit von Appreturen oder Beschichtungen

Viele Fasern haben eine sehr schlechte Haftbarkeit und können dadurch nicht oder kaum appretiert bzw. beschichtet werden. Durch eine flächige Mikrostrukturierung können Appreturen oder Beschichtungen an Fasern gebracht werden, die an unstrukturierten Fasern nicht oder nur schlecht haften.

#### - Filzbare Synthefasern

Die Herstellung von Faser-Vlies ist sehr aufwändig. Durch eine Sägezahnstruktur auf der Faser können ähnliche Verfahren zur Vliesherstellung verwendet werden wie bei der Filzherstellung mit Wolle.





- Verbesserung der Spinnbarkeit (Fadenherstellung)

Die Faser-Faser-Haftung ist ein wesentlicher Faktor für die Spinnbarkeit. Fasern, die nicht oder schlecht aneinander haften, können nicht oder nur in ungenügender Feinheit versponnen werden. Durch eine flächige Mikrostrukturierung lassen sich erstens bisher unspinnbare Fasern verspinnen und zweitens wesentlich feinere Spinngarne als bisher erzeugen.

- Haftbarkeit für Zellen (medizinische Anwendung)

Das Zellwachstum auf flächig mikrostrukturierten Fasern wird besser möglich und lässt sich vermehrt steuern, beispielsweise bezüglich der Wachstumsrichtung.

- Faserverbundwerkstoffe

Durch die Erhöhung der Faserhaftung können wesentlich stabilere Faserverbundwerkstoffe als bisher hergestellt werden.

- Optische Effekte

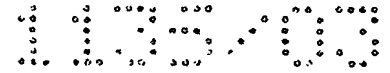
Wird auf eine an sich transparente Faser ein periodisches Prägemuster angebracht, bei dem der Abstand sich wiederholender Merkmale kleiner als die Wellenlänge von Licht ist, ergeben sich Farbfiltereffekte aufgrund der Lichtbeugung. Bei grösseren Abständen werden Regenbogenfarben sichtbar.

- Lichtsammelfasern

Licht, das auf eine Faser aus transparentem Material trifft, wird gewöhnlich fast vollständig transmittiert. Ist jedoch die Faser mit einem periodischen Prägemuster versehen, kann das Licht in die Faser hinein gebrochen beziehungsweise gebeugt werden. Dies kann beispielsweise zum Sammeln von Licht für photovoltaische Anwendungen oder zur Erzeugung von Fluoreszenz in der Faser, beispielsweise in der Bekleidungsmode, genutzt werden.

- Sicherheitsmerkmale

Prägemuster können auf Fasern beispielsweise zur Kennzeichnung des Herstellers oder für anderweitige Identifikationsfunktionen angebracht werden.

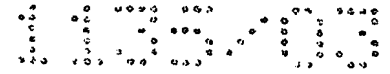


## Bezugszeichenliste

	2	Faser
	3	Führungsnut
5	4	Umlenkrolle
	6	Prägestation
	8	Prägewalze
	10, 10a, 10b	Anpresswalze
	12, 12a, 12b	Längsachse von 10, 10a, 10b
10	14	Längsachse von 8
	16	Mantelfläche von 8
	18, 18a, 18b	Prägezone
	20	Oberflächenstruktur von 2
	22	Prägewalze
15	24, 24a, 24b	Anpresswalze
	26, 26a, 26b	Prägezone
	28	Längsachse von 22
	30, 30a, 30b	Längsachse von 24, 24a, 24b
	32	Faseroberseite
20	34	Faserunterseite
	36	Prägestation
	38	mikrostrukturierter Streifen
	40	Vertiefung
	A	Faserlängsachse
25	D	Faserdurchmesser
	N	Normale zu A
	V	Vortriebsrichtung
	V <sub>o</sub>	obere Lateralkomponente
	V <sub>u</sub>	untere Lateralkomponente
30		

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Oberflächenstrukturierung einer synthetischen Faser, wobei eine  
im Wesentlichen zylinderförmige Faser (2) durch plastisches Verformen mit einer  
vorgegebenen Oberflächenstruktur (20) ausgestattet wird, gekennzeichnet durch  
die folgenden Schritte:
  - a) Bereitstellen der Faser (2) in einem plastisch verformbaren Zustand;
  - b) plastisches Verformen der Faser (2) durch Prägen mittels mindestens einer  
mikrolithographisch strukturierten Prägewalze (8; 22), die mit mindestens ei-  
ner Anpresswalze (10, 10a, 10b; 24, 24a, 24b) zusammenwirkt, wobei jede  
Prägewalze und eine jede Anpresswalze eine dazwischen liegende Präge-  
zone (18, 18a, 18b; 26, 26a, 26b) für die Faser (2) definieren; und
  - c) Überführen der Faser (2) in einen erstarrten Zustand unter Beibehaltung der  
ausgebildeten Oberflächenstruktur (20).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man eine Prägewal-  
ze mit einer Strukturfeinheit von höchstens 10 µm verwendet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Faser (2)  
durch eine Mehrzahl von Prägezonen (26, 26a, 26b) geführt wird, wobei in jeder  
Prägezone ein bislang ungeprägter Teil der Faseroberfläche geprägt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Faser (2) schraubenförmig mit einer Mehrzahl von Windungen um die Prägewal-  
ze (16) geführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass  
Prägewalze (22) und Anpresswalze (24, 24a, 24b) mit gegeneinander ver-



schränkten Drehachsen (28; 30, 30a, 30b) betrieben werden, um dadurch eine Torsion der durchlaufenden Faser (2) zu bewirken.

5 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Torsion so eingestellt wird, dass die Faser (2) nach Durchlaufen sämtlicher Prägezonen (26, 26a, 26b) auf dem gesamten Umfang geprägt ist.

10 7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit Vortriebsmitteln für mindestens eine Faser (2) sowie mit folgenden, in Vortriebsrichtung (V) nacheinander angeordneten Bestandteilen:

a) Vorrichtung zur Bereitstellung der Faser (2) in einem plastisch verformbaren Zustand;

15 b) Prägestation (6; 36); und

c) Nachbehandlungsvorrichtung zur Überführung der Faser in einen erstarrten Zustand;

20 wobei die Prägestation (6; 36) eine mit einer mikrolithographisch gebildeten Prägestruktur versehene Prägwalze (8; 22) sowie mindestens eine damit zusammenwirkende Anpresswalze (10, 10a, 10b; 24) aufweist, wobei die Prägwalze (8; 22) und eine jede Anpresswalze (10, 10a, 10b; 24) eine dazwischen liegende Prägezone (18, 18a, 18b; 26) für die Faser definieren.

25 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Prägestation (6) eine einzelne Prägwalze (8) sowie eine Mehrzahl von Anpresswalzen (10, 10a, 10b) beinhaltet, welche so angeordnet sind, dass die einzelnen Prägezonen (18, 18a, 18b) im Wesentlichen regelmässig über den Umfang der Prägwalze (8) verteilt sind.

30

113400

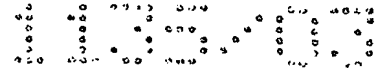
9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Prägestation eine einzelne Anpresswalze sowie eine Mehrzahl von Prägewalzen beinhaltet, welche so angeordnet sind, dass die einzelnen Prägezonen im Wesentlichen regelmässig über den Umfang der Anpresswalze verteilt sind.

5

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein jedes Paar bestehend aus Anpresswalze (24, 24a, 24b) und damit zusammenwirkender Prägewalze (22) gegeneinander verschränkt angeordnet ist, wobei sich die zugehörige Prägezone (26, 26a, 26b) in der Nähe der Abstandsstrecke zwischen Prägewalze (22) und Anpresswalze (24, 24a, 24b) befindet.

10

11. Faser mit rundum verlaufender, flächig profilierter Oberflächenstruktur, hergestellt nach einem Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6.



## Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zur Oberflächenstrukturierung einer synthetischen Faser wird eine im Wesentlichen zylinderförmige Faser (2) durch plastisches Verformen mit einer vorgegebenen Oberflächenstruktur (20) ausgestattet. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- a) Bereitstellen der Faser (2) in einem plastisch verformbaren Zustand;
- b) plastisches Verformen der Faser (2) durch Prägen mittels mindestens einer mikrolithographisch strukturierten Prägewalze (8), die mit mindestens einer Anpresswalze (10, 10a, 10b) zusammenwirkt, wobei jede Prägewalze (8) und eine jede Anpresswalze (10, 10a, 10b) eine dazwischen liegende Prägezone für die Faser (2) definieren; und
- c) Überführen der Faser in einen erstarrten Zustand unter Beibehaltung der ausgebildeten Oberflächenstruktur (20).

(Fig. 1)

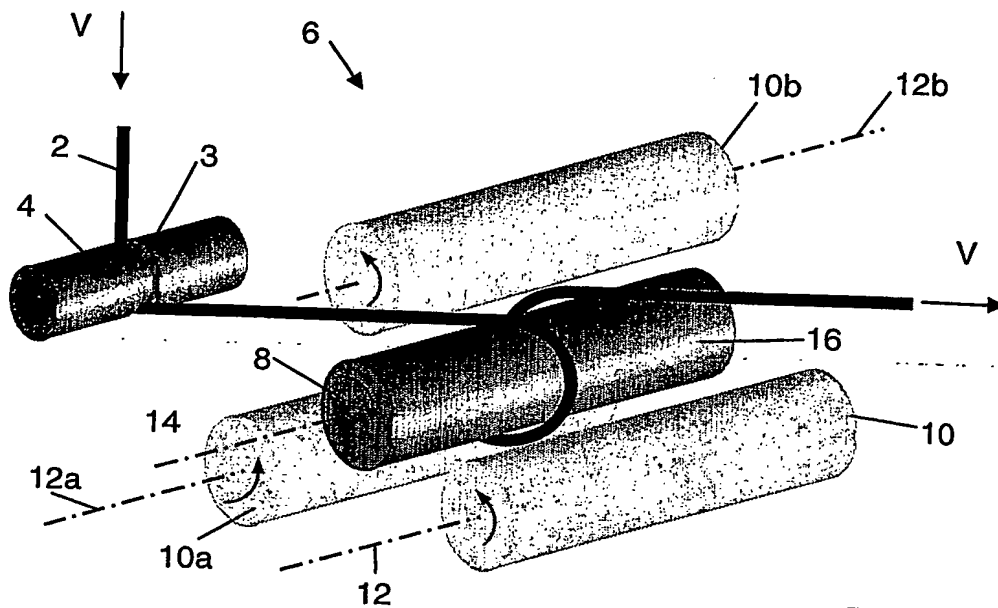


Fig. 1

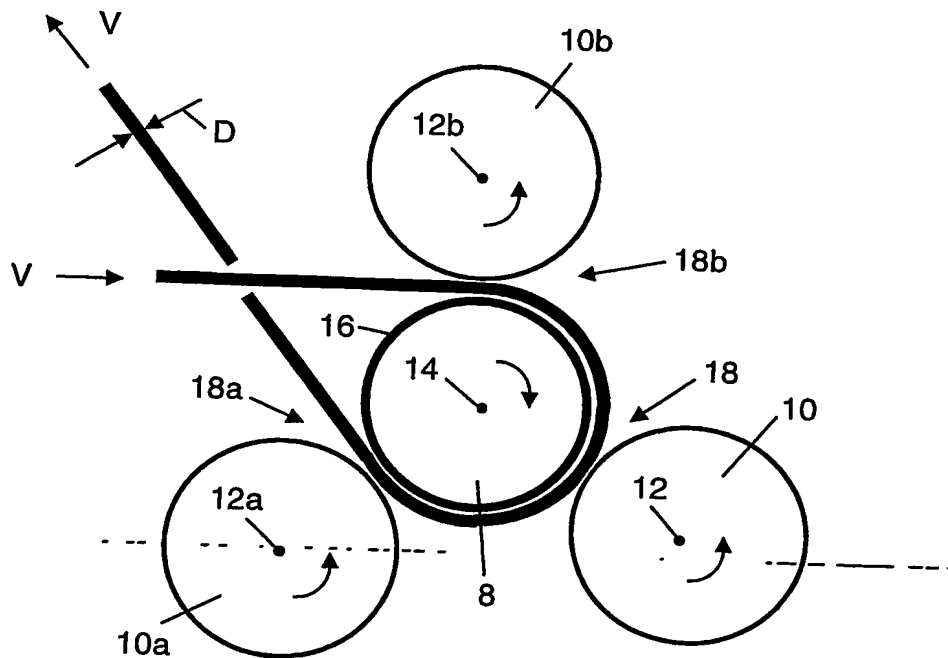


Fig. 2

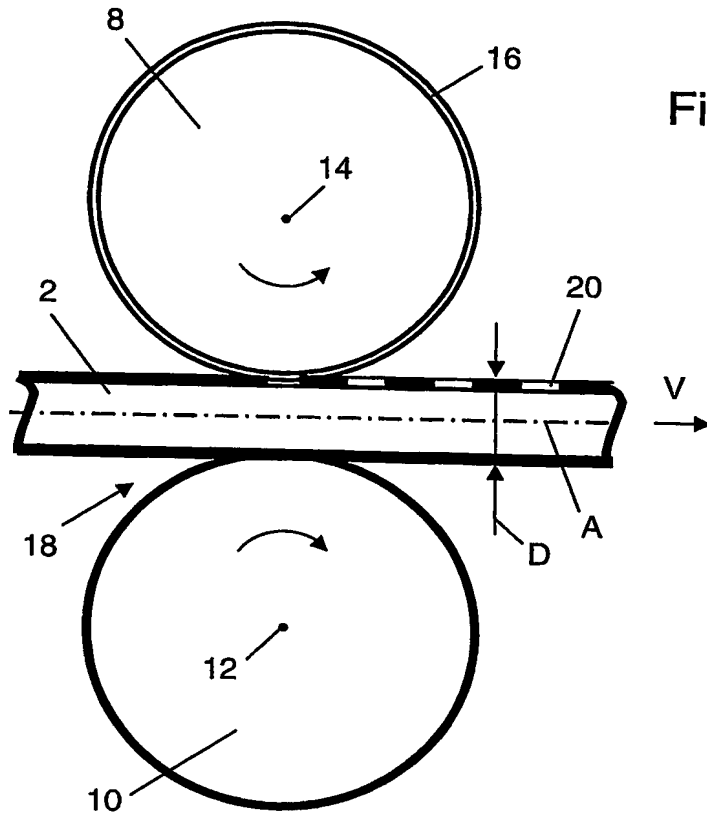


Fig. 3

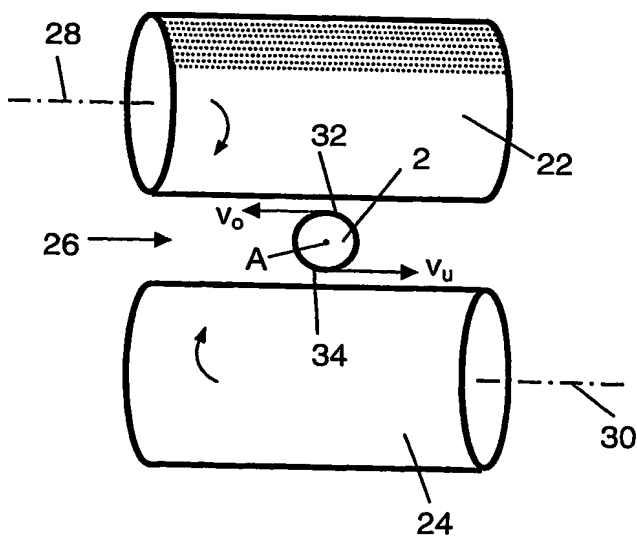


Fig. 4

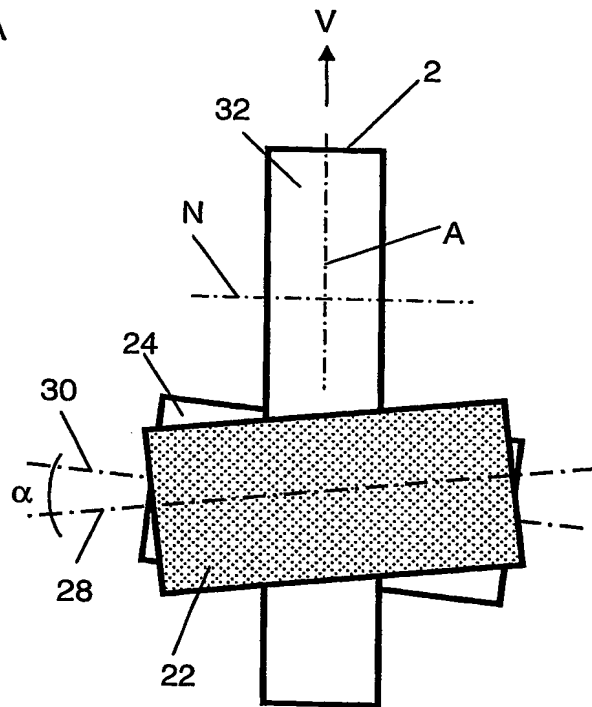


Fig. 5





4/4

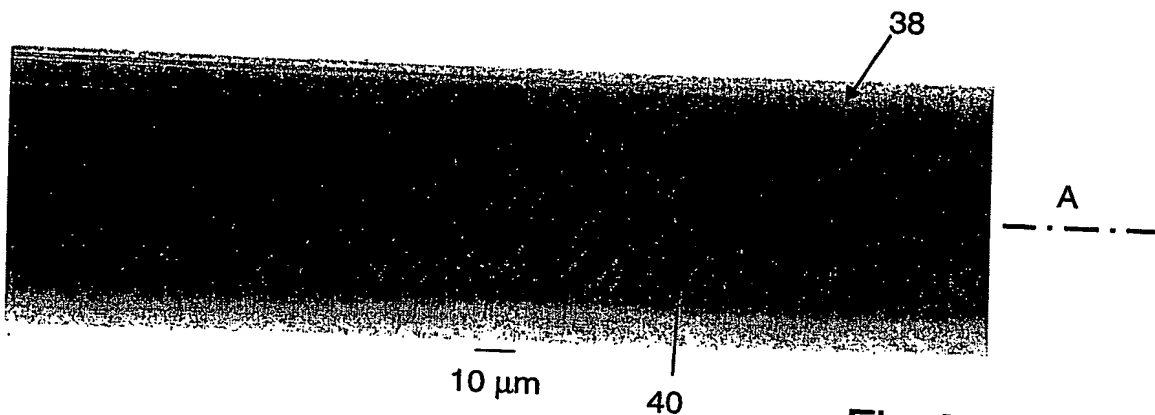


Fig. 7

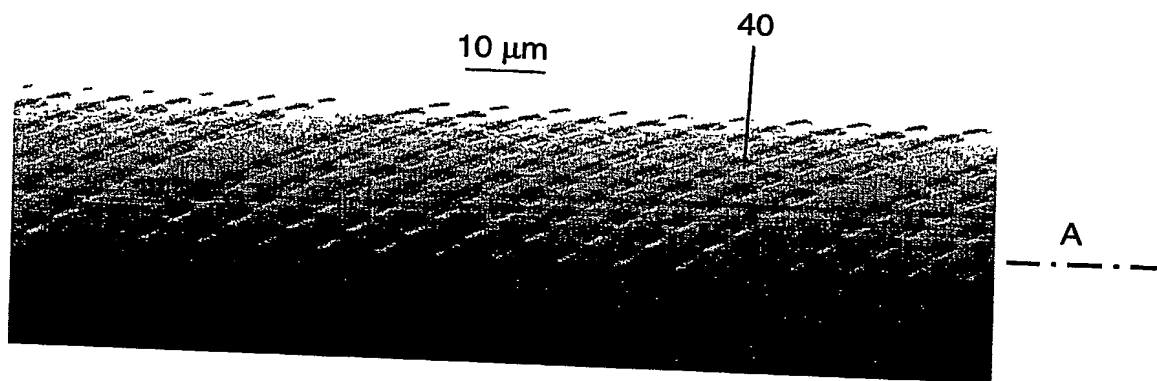


Fig. 8

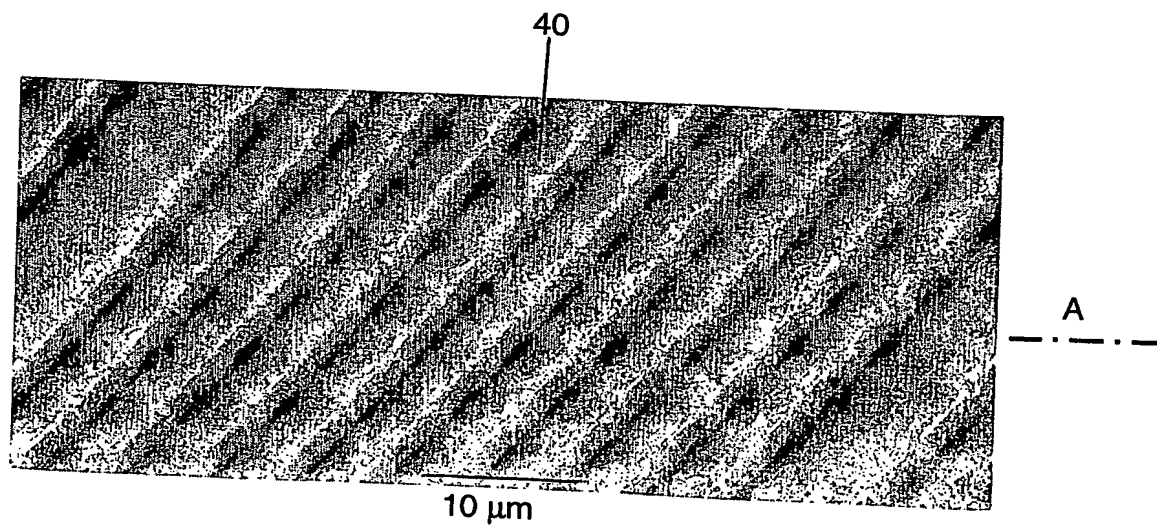


Fig. 9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**